Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität.

XII. Vergleichende Anatomie der Samen von Vicia und Ervum.

Von Dr. **Günther Beck.**

(Mit 2 Tafeln.)

Als im letzten Sommer die Keimungsgeschichte von *Vicia Faba* meine Aufmerksamkeit auf sich zog und dieselbe eine genauere Kenntniss der Samenanatomie erforderlich machte, befremdete es mich, in dieser Hinsicht nur spärliche, literarische Daten aufzufinden. Das, was ich fand, waren vereinzelte, flüchtige Bemerkungen und nur in Betreff der Samenschale konnten mir die Arbeiten von Sempolowski und Chalon einigen Bescheid ertheilen.

Daher unternahm ich es, nicht nur die Anatomie des Samens von *Vicia Faba*, als eines für physiologische Zwecke so vielfach verwendeten Materials, möglichst genau zu erforschen, sondern verfiel auch auf den Gedanken, die anderen Vicien vergleichsweise in ihrem Baue zu untersuchen. Angeregt ward diese Idee durch interessante Details, welche ich schon bei *V. Faba* einer näheren Untersuchung würdig erachtete und die mir auch bei den anderen Vicien einigen Erfolg in Aussicht stellten.

Wie gesagt, war die literarische Ausbeute nur gering. Zwar hat schon Gärtner 1791 Viciensamen beschrieben und abgebildet,[1] doch bezogen sich seine Untersuchungen nur auf die äusseren Formverhältnisse des Samens, daher Text und Zeichnungen für eine anatomische Untersuchung nicht zu verwerthen waren, Bischoff[2] war der Erste, welcher eine genauere, wenn

[1] J. Gärtner, „de fructibus et seminibus plantarum", 1791, II, pag. 325, gibt die Beschreibungen der Samen von *Vicia pisiformis*, *nodosa*, *biennis*, *sativa* und *hybrida*, denen er die Abbildungen auf Taf. CLI anreiht.

[2] Dr. G. W. Bischoff, Handbuch der bot. Terminologie und Systemkunde, 1833, Taf. XLIII, Fig. 1869.

auch mangelhafte Abbildung der Testa von *V. Faba* lieferte. Bemerkenswerthe Aufklärungen über das Albumen und dessen Gestalt bei den Papilionaceen fand ich in Schleiden's bekannter Arbeit,[1] insbesondere im Anhange, welcher die Samenschale und den anatomischen Bau des Samens näher behandelt. Einen allgemeinen und richtigen Überblick über den Samen von *V. Faba* gab Nobbe in seiner Samenkunde.[2] Raummangel gestattete ihm jedoch nicht, in die Anatomie desselben näher einzugehen. Nur in Betreff der Samenschale lagen mir genauere Arbeiten vor. Sempolowski, welcher die Samenschalen zum Gegenstande seiner Dissertation[3] machte, beschrieb zuerst genauer die Samenschalen von *V. Faba* und *sativa*. Auch Chalon[4] und drei Jahre vor ihm Le Monnier,[5] welche Samenschalen untersuchten, haben über die Histologie der Testa Manches mitgetheilt. In systematischer Beziehung schloss ich mich der Eintheilung Trautvetter's[6] an, indem ich auch auf die Arbeit Dr. Alefeld's[7] Rücksicht nahm und behandelte demnach in vorliegender Arbeit die Samen von *Vicia* und *Ervum*, des zweiten und dritten Genus der Vicieae Bronn's oder die Samen der *Viciïdae* Alefeld's. Trautvetter's systematische Gruppirung und Nomenklatur zog ich desshalb jener von Alefeld vor, weil dieselben allgemein in die Wissenschaft Eingang gefunden haben und wohl hauptsächlich, weil sich bei der Samenuntersuchung mehrere charakteristische Merkmale für die Gruppen Trautvetters ergaben und dessen Eintheilung daher berechtigt erscheinen liessen.

---

[1] Dr. M. J. Schleiden und Dr. J. R. Th. Vogel, Über das Albumen insbesondere der Leguminosen: Nov. acta d. Leop. Carol. Academ. XIX, pars. II, pag. 51.

[2] Dr. F. Nobbe. Handbuch der Samenkunde, 1876, pag. 84.

[3] A. Sempolowski, Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschale, Inauguraldissertation, Leipzig, 1874.

[4] J. Chalon, La graine des légumineuses, 1. cellules de la carapace, 2. albumen, Mons, 1875.

[5] M. G. Le Monnier, Recherches sur la nervation de la graine, ann. des sciences naturelles, 5. série, XVI, 1872, pag. 233.

[6] E. R. Trautvetter, Catalogus viciearum rossicarum, Jahrbücher des Petersburger bot. Gartens, III, 1874, pag. 33.

[7] Dr. Alefeld, Über Vicieen, Bonplandia, IX. Jahrg. 1861, p. 66.

Specielle Betrachtung der Samen von *Vicia* L.

Faba L., *lutea* L., *sativa* L., *Bobartii* G. Koch, *cordata* Wulf., *cornigera* Chaub., *sepium* L., *persica* Trautv., *disperma* Vill., *Bivonea* Rafin

1. *Vicia Faba* L.

(*Faba vulgaris* Mönch. Die Buffbohne.)

Am reifen Samen der Buffbohne kann man bekanntlich zwei Haupttheile unterscheiden: Die Samenschale und den von ihr eingeschlossenen Keimling mit den zwei grossen Kotyledonen, welche die Hauptmasse des Samens ausfüllen.

Die Samenschale.

Dieselbe lässt deutlich zwei Hauptschichten erkennen, und zwar die Hartschichte, welche durch ihre Festigkeit den Samen schützt, und die Quellschichte, welche erst bei der Keimung durch die Fähigkeit der raschen Wasseraufnahme eine wichtige Function erlangt. Nobbe,[1] welcher zuerst diese Benennungen in die Wissenschaft einführte, unterschied ausserdem noch die Pigment- und die Stickstoffschichte. Die beiden letzten Schichten fehlen bei *Vicia* und *Ervum*. Wenn ich daher dennoch diese Eintheilung der Testaschichten beibehielt, so geschah es nur, weil bis jetzt noch keine bessere geliefert wurde. Nobbe gesteht ja selbst zu, dass bei vielen Samen die Aufeinanderfolge der Schichten eine verschiedene, als auch, dass diese oder jene Schichte vollkommen ausfallen kann, und Lohde[2] hat, obwohl die Eintheilung Nobbe's verwerfend, dennoch keine bessere Eintheilung der Testaschichten geliefert.

Die Hartschichte, von Chalon *carapace*[3] genannt, besteht aus radiär gestellten, ziemlich langen und stark verdickten Zellen, aus den sogenannten „Pallisadenzellen" (Taf. I, Fig. 1*p*, 2), daher man auch dieser Schichte den Namen

---

[1] l. c. pag. 73.

[2] G. Lohde. Über die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen: Bot. Mittheilungen von Dr. Schenk und Dr. Luerssen, II. Bd., I. Heft, pag. 49.

[3] Schildkrötenschale, l. c. pag. 12.

„Pallisadenschichte“ beilegte. Von einzelnen Forschern wurde dieselbe auch mit dem Namen „Prismenschichte“ belegt. Da aber unter diesem Namen verschiedene Testaschichten einbegriffen werden, ist es besser, dem älteren Namen den Vorrang zu lassen. Nach aussen werden diese fünf oder mehrseitigen Prismen von einer dünnen Cuticula (*c*) bedeckt, welche sich auch etwas in die Zwischenräume der Zellen hineinerstreckt.

Das Lumen der Pallisadenzellen ist gegen aussen sehr schmal und gespalten, nach innen erweitert es sich kugelförmig, nachdem es noch vorher eine kleine Ausbauchung bildete (Taf. I, Fig. 2). Während das übrige Lumen mit braunem Farbstoffe erfüllt ist, finden sich in den Ausbauchungen der meisten Zellen Inhaltskörper, welche nach ihrem chemischen Verhalten als Kieselkörper zu deuten sind. Dieselben erscheinen als farblose, im Polarisationsmikroskope sich als doppelt brechend erweisende Körper von 0·006—0·008 Mm. Länge (Taf. I, Fig. 1 *k*), welche einem Krystalle manchmal nicht unähnlich sehen, meistens aber mehr abgerundete Formen besitzen. In manchen Fällen beobachtete ich eine stielartige Verbindung mit der Zellwand nach Art der Cystolithen, in der Regel aber liegen sie lose, mehr oder minder der Zellwand genähert in der Ausbauchung des Zelllumens. Sie bestehen jedoch nicht aus Kieselsäure allein, sondern es ist immer eine organische Grundsubstanz nachweisbar, in welcher die Kieselsubstanz stärker oder schwächer eingelagert ist. Lässt man daher Schwefel- oder besser Chromsäure einwirken, so erhält man einen porösen Körper, der gewöhnlich bei schwächerer Einlagerung von Kieselsäure zerfällt. Nur stärker imprägnirte Körper zeigen sich resistenter und sind auch nach der Veraschung aufzufinden. Durch die Widerstandsfähigkeit dieser Körper gegen alle Säuren, insbesondere gegen die alle organische Substanz zerstörende Chromsäure, durch die Auffindung derselben in der Asche der Samenschale, sowie durch die Auflösung dieser Körper in Kali dürfte die Annahme, dass man es hier mit Kieselkörpern im Sinne H. v. Mohl's zu thun habe, gerechtfertigt sein.

Auch bei anderen Vicien finden sich ähnlich geformte Kieselkörper, wie bei *Vicia persica* und bei *Ervum alpestre*. Die zahlreich auftretenden und stark imprägnirten Kieselkörper

letzterer Art zeichnen sich durch zapfenartige Fortsätze, welche gegen die Poren ihre Richtung nehmen, besonders aus.

Ich will an dieser Stelle bemerken, dass man bis jetzt glaubte, dass die Kieselverbindungen nur in der Zellwand eingelagert vorkämen, indem man die Aufzeichnungen von Mohl über das Vorkommen von Kieselmassen im Zellinhalte vollkommen übersah.[1]

Der braune Farbstoff findet sich sowohl im Lumen der Testazellen als auch in den Wänden der Pallisadenzellen. Über das chemische Verhalten desselben bin ich im Stande Folgendes mitzutheilen. Im warmen Wasser ist derselbe nur schwer löslich, man erhält erst nach einigen Tagen eine schwach braun gefärbte Lösung, während man durch Kochen in Kali schnell ein dunkelbraunes Extract erzielt. In Weingeist, Benzol, Schwefelkohlenstoff und im kalten Wasser ist derselbe vollkommen unlöslich. Dieser Farbstoff zeigt ferner eine schwach sauere Reaktion, wird durch die Einwirkung starker Säuren zerstört, während schwache Säuren keine merklichen Veränderungen in demselben hervorrufen. Behandelt man eine wässerige Lösung dieses Farbstoffes mit essigsauerem Bleioxyd, so erhält man einen fuchsrothen Niederschlag. Durch Eisenchlorid kann man in demselben eisengrünenden Gerbstoff nachweisen. Auch sei erwähnt, dass derselbe im Spectrum die violetten, blauen und die Hälfte der grünen Strahlen absorbirt. Bei der grün gefärbten Samenvarietät findet sich sowohl in den Pallisaden- als auch in den Säulenzellen Chlorophyll, das sich auch in den braunen Schalen in sehr

---

[1] H. v. Mohl, Über das Kieselskelett lebender Pflanzenzellen, bot. Zeitung, 1861, pag. 230.

Mohl fand bei einigen Pflanzen aus den Familien der Chrysobalaneen, Dilleniaceen und Magnoliaceen in den Blättern nahe dem Gefässbündel Zellen, deren Inhalt vollkommen mit Kieselmasse, welche sich auch in die Porenkanäle erstreckte, erfüllt war. Er erhielt demnach bei der Veraschung einen Kieselkörper mit Porenzapfen. Ich kann diese Auffindung Mohl's nicht nur vollinhaltlich bestätigen, sondern füge nur noch hinzu, dass derartige, mit Porenzapfen versehene Kieselmassen besonders schön bei *Davilla angustifolia* ausgeprägt sind. Nebstbei finden sich bei dieser Art im Mesophyll zahlreiche, einem Amylumkorne nicht unähnliche Kieselkörner von gleicher Beschaffenheit wie jene der *Vicia Faba*.

geringen Quantitäten nach mehrtägiger Alkoholeinwirkung spectroskopisch nachweisen lässt.

Die Zellwand der Pallisaden, welche gegen innen an Dicke abnimmt und im unteren Theile der Zelle eine bräunliche Färbung besitzt, wird in der oberen Zellhälfte von aufrechten Porencanälen durchsetzt. Macht man einen Tangentialschnitt (Taf. I, Fig. 9) durch diese obere Hälfte, so bemerkt man ein astförmig vertheiltes, feines Porensystem, wie dasselbe auch an anderen Papilionaceen in dieser Zelllage anzutreffen ist. Die Porenkanäle verzweigen sich vom Centrum gegen die Peripherie mehrmals und reichen bis zur ersten Verdickungsschichte, welche wie die Poren selbst optisch röthlich erscheint. Sie schliessen mit zwei kurzen Seitenästchen, deren Enden etwas erweitert sind. Jedenfalls ist es aber unrichtig, wenn Chalon[1] behauptet, dass die Porenkanäle sich mehr gegen die Ecken der Zellen als gegen die Flächen richten. Auch ist seine Zeichnung[2] der Natur nicht entsprechend, denn sowohl die Verzweigung der Porenkanäle ist complicirter, als auch die Art der Verdickung wie die Vertheilung der Intercellularsubstanz bieten andere Verhältnisse. Chalon findet nämlich, dass die Verdickungsmasse einen helleren, warzenähnlichen Kern besitzt, um welchen sie deutlich geschichtet erscheint. Einen solchen Bau konnte ich jedoch trotz vielfacher Untersuchung nicht auffinden. Die Verdickungsmasse ist allgemein gegen die Peripherie etwas heller gefärbt und besitzt nur die Andeutung schwacher Schichtung, während die Intercellularsubstanz nicht allein in den Ecken (als Dreieck), sondern auch zwischen zwei flachen Seitenwänden der Pallisaden als dünne Mittellamelle auftritt, welche Verhältnisse man sich deutlich bei Einwirkung von Kali zur Anschauung bringen kann. Bischoff[3] irrte, wenn er die Pallisadenschichte sich aus zwei Zelllagen zusammengesetzt dachte. Doch hat ihn schon Sempolowski[4] in dieser Hinsicht widerlegt. Le Monnier[5] gab nur

---

[1] l. c. pag. 15.
[2] l. c. Taf. I, Fig. 8.
[3] l. c. siehe Tafelerklärung zu Taf. XLIII, Fig. 1869.
[4] l. c. pag. 21.
[5] l. c. pag. 245 und Taf. IX, Fig. 1—4.

eine ganz unrichtige Vorstellung über den anatomischen Bau dieser Zellen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit der Pallisadenzellen ist die Lichtlinie. Sie verläuft nicht (wie z. B. bei Phaseolus) knapp unter der Cuticula, sondern etwas davon entfernt, ist ziemlich breit und wird von einem dunkleren Saume begrenzt. (Taf. I, Fig. 1—4, *l*.)

Bekanntlich hat Russow[1] die Ansicht aufgestellt, dass die Substanz der Membran an der Stelle der Lichtlinie wasserärmer sei, welcher Ansicht Haberlandt[2] beitrat, während Sempolowski[3] eine chemische Modification der Zellwand, Lohde[4] aber bei den Convolvulaceen und Malvaceen eine Cuticularisirung von Membrantheilchen an der Stelle der Lichtlinie annahmen. Junowicz[5] hat nun neuestens die Ansicht aufgestellt, „dass die Zellmembran an der Stelle der Lichtlinie von einer für eine starke Lichtbrechung günstigen Molekularzusammensetzung und nie an dieser Stelle chemisch verändert, d. h. cuticularisirt sei," indem er seine Ansicht sowohl durch das Studium der Entwicklungsgeschichte wie durch das chemische und physikalische Verhalten der Pallisadenzellen zu bekräftigen suchte.

Fassen wir den ersten Punkt seiner Ansicht ins Auge.

Junowicz fand, dass die radiär gestellten Pallisadenzellen ihre Verdickung beginnen, indem sich von der, an die Cuticula angrenzenden Zellwand Zacken in das Lumen hineinerstrecken. Die Spitzen dieser Zacken sind bekanntlich (?) als innerste Schichte am wasserärmsten, erscheinen daher stärker lichtbrechend und bilden bei schwächerer Vergrösserung eine zusammenhängende, hellere Partie, die Lichtlinie.[6] Nach meiner

---

[1] Dr. E. Russow, Vergleichende Untersuchungen der Leitbündel-Cryptogamen, Petersburg, 1872, pag. 33.

[2] Dr. G. Haberlandt, Über die Entwicklungsgeschichte und den Bau der Samenschale bei der Gattung *Phaseolus*, Sep. Abd. aus den Sitz. Ber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 1877, Bd. LXXV., Jännerheft, pag. 6.

[3] Sempolowski, l. c. pag. 11.

[4] Lohde, l. c. pag. 32.

[5] Dr. R. Junowicz, Die Lichtlinie in den Prismenzellen der Samenschalen, Sep. Abd. aus den Sitz. Ber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 1877. Bd. LXXVI., 1. Abth., Octoberheft.

[6] l. c. pag. 6.

Ansicht dürfte diese Erklärung über das Zustandekommen der Lichtlinie keinen stichhältigen Grund aufweisen, da sie ja den Thatsachen widerspricht; denn die Lichtlinie verläuft bei den meisten Papilionaceen gar nicht in dieser Zellwandpartie, man trifft sie entweder knapp unter der Cuticula (wie z. B. bei *Phaseolus*) oder etwas davon entfernt (wie bei den meisten Vicien), und auch *Orobus*, an dessen Samenschale Junowicz seine Ansicht heranbildete, macht keine Ausnahme.[1]

Die für eine starke Lichtbrechung günstige Molekularzusammensetzung erklärt Junowicz als durch Wassermangel entstanden und sagt daher: „Wenn ich Alkohol, also ein wasserentziehendes Mittel, einwirken lasse, so wird der wasserreicheren Partie der Zellwand Wasser entzogen, sie wird stärker lichtbrechend und der Effect der Lichtlinie geht verloren.“ Ich finde aber gerade das Gegentheil. Wenn ich einen Schnitt längere Zeit in Alkohol oder in concentrirter Zuckerlösung liegen lasse und hierauf untersuche, so tritt die Lichtlinie noch deutlich hervor, oder wenn ich den Samenschalen durch Austrocknung mittelst Wärme alles Wasser entziehe, so dass sich kein Gewichtsverlust mehr zeigt und feine Schnitte in Öl oder in concentrirte Zuckerlösung einlege, so ist die Lichtlinie dennoch mit derselben Deutlichkeit wie bei gewöhnlichen Samenschalen sichtbar. Nach längerem Kochen in Kalilauge bleibt dieselbe ebenfalls erhalten. Folglich kann die für eine starke Lichtbrechung günstige Molekülarzusammensetzung durch Wasserarmuth in der Lichtlinienpartie nicht erklärt werden. Wenn man absolut keine chemische Verschiedenheit in der Lichtlinienpartie behauptet, so muss man die Erscheinung der Lichtlinie bei den *Marsilia*-Arten von jener bei den Papilionaceen und anderen Familien abtrennen. Wenn ich Schnitte aus der Fruchtschale von *Marsilia* mit Kali behandle, so färbt sich der indifferente Membrantheil der Pallisaden dunkelbraun, während die Lichtlinie noch als ein helles Band zu bemerken ist. Man muss also bei *Marsilia* eine chemische Veränderung in der Lichtlinienpartie annehmen, was um so berechtigter erscheint, als auch das Auftreten derselben von jenem der Papilionaceen verschieden ist.

---

[1] Junowicz's Zeichnung über den Verlauf der Lichtlinie bei *Orobus vernus* (Taf. I, Fig. 3) gibt selbst dafür den deutlichsten Beweis.

Auch diese chemische Veränderung und die dadurch bewirkte stärkere Lichtbrechung der Lichtlinienpartie wird nicht durch Wasserarmuth bewirkt, wie Russow[1] meint. Bei den Papilionaceen zeigt die Cellulosereaction wie die Einwirkung von Säuren ein übereinstimmendes Verhalten der Lichtlinienpartie mit den anderen Membrantheilen der Pallisaden, d. h. keine chemische Verschiedenheit der Lichtlinienpartie. Die Behandlung dünner Schnitte mit Farbstofflösungen (Carminlösung oder Anilintinctur) lehrt, dass man bei den Papilionaceen auch keine Cuticularisirung der Lichtlinienpartie annehmen dürfe, denn es findet niemals eine Aufspeicherung des Farbstoffes in der Lichtlinienpartie statt. Letztere bleibt immer schwächer gefärbt, als die indifferenten Membrantheile. Gequollene und ungequollene, trockene Substanzen zeigen in der Fähigkeit sich zu färben einen grossen Unterschied. Schnitte aus der trockenen Samenschale von *V. Faba* werden fast gar nicht gefärbt (bei kurzer Einwirkung der Farbstofflösung), während die einer gequollenen Schale sich rasch färben, und ebenso verhalten sich die meisten Samenschalen, unverholzte Bastfasern, Carraghen und andere, leicht quellende Substanzen. Man könnte daher die Erscheinung, dass die Lichtlinie sich immer schächer färbt, mit dieser in Einklang bringen und eine Verschiedenheit im Wassergehalte annehmen. Warum aber färbt sich die Zellwand nicht, wenn ich sie in Kali quellen lasse, das Kali auswasche und hierauf den Farbstoff einwirken lasse? Legt man Schnitte aus der Samenschale in verschieden stark lichtbrechende Flüssigkeiten ein, so verschwindet die Lichtlinie selbst in den Flüssigkeiten von sehr hohem Brechungscoefficienten (Canada- und Copaivabalsam, Schwefelkohlenstoff) nicht, während der indifferente Membrantheil fast auf gleiche Weise das Licht bricht und verschwindet.

Es lehrt dieser Versuch, dass zwischen der Lichtlinienpartie und dem indifferenten Membrantheile eine grosse Differenz im Lichtbrechungsvermögen besteht. Da ferner der Effect der Lichtlinie nur hervortritt im Vergleiche zu den schwächer lichtbrechenden Membranpartien, ist es begreiflich, dass man die Lichtlinie auf Tangentialschnitten nicht auffinden kann. Junowicz

[1] l. c. pag. 33

bemerkt ferner,[1] dass die Lichtlinie nur in Zellen von eigenthümlichem Baue, in den Prismen- oder Pallisadenzellen vorkäme, was wohl meistens der Fall ist, jedoch nicht ausnahmsweise, denn im Samen von *Zygophyllum Tabago* Ad. tritt eine Lichtlinie auch in dem unteren Theile der Oberhautzellen des Samens deutlich hervor.[2]

Weit entfernt, eine Erklärung des Zustandekommens der Lichtlinie zu geben, kann ich nach dem Vorhergehenden nur mit Bestimmtheit aussagen, dass eine grosse Differenz im Lichtbrechungsvermögen zwischen der Lichtlinienpartie und dem indifferenten Membrantheile bestehe, und dass wahrscheinlich der Lichtliniepartie das stärkere Lichtbrechungsvermögen zukomme. Jedenfalls dürfte mit dem geänderten Lichtbrechungsvermögen auch eine chemische Veränderung vor sich gegangen sein, welche jedoch mit den jetzigen mikrochemischen Mitteln nicht enträthselt werden kann. Ich bemerke noch hiezu, dass dieselbe keine Cuticularisirung der Lichtlinienpartie in sich schliesse und dass eine Differenz im Wassergehalte zwischen der Lichtlinienpartie und den indifferenten Membrantheilen nicht sicher nachgewiesen werden kann, sondern dass Erstere nur eine geringe Quellbarkeit besitze.

Die Quellschichte besteht aus drei Geweben: aus der Säulenschichte, aus der eigentlichen Quellschichte und aus dem Gewebe, welches das Raphenbündel einschliesst.

Das erste Gewebe ist die allen Leguminosen zukommende Säulenschichte (Taf. I, Fig. 1*s*) von Chalon *cellules en sablier*[3] genannt. Es ist dies eine Lage cylindrischer, an beiden Enden kopfförmig erweiterter, ziemlich stark verdickter Zellen (Fig. 5), welche im Mittel eine Länge von 0·105 Mm. erreichen und grosse, mit Luft erfüllte Intercellularräume frei lassen. Die Pole dieser Zellen sind verbreitert und durch gegenseitige Abplattung erhalten dieselben meist eine sechseckige Figur (Taf. I,

---

[1] l. c. pag. 17.

[2] Bisher wurde die Lichtlinie beobachtet bei den Cannaceen, Convolvulaceen, Labiaten, Cucurbitaceen, Malvaceen, Mimoseen, Papilionaceen; ich fand sie auch in den Gattungen: *Zygophyllum*, *Tamarix*, *Carduus*, *Ausimia*.

[3] Zellen wie eine Sanduhr, l. c. pag. 27.

Fig. 5 *d*). Durch Macerationsmittel aus dem Zusammenhang gebracht, nehmen diese kopfförmigen Enden eine mehr rundliche Gestalt an (Fig. 5 *b*, *c*). Ausserdem besitzen diese Zellen eine gut ausgesprochene, leistenförmige Verdickung, welche besonders auf Tangentialschnitten sehr gut zu beobachten ist (Fig. 5 *d*, *l*). Im Inhalte trifft man nur wenige, gelbliche Plasmareste oder kleine Mengen eines braunen Farbstoffs, seltener Chlorophyll. Chalon[1] behauptet gegen Le Monnier (welcher übrigens erkannte, dass die Säulenzellen an beiden Polen erweitert seien), dass seine *cellules en sablier* nur gegen die Pallisaden kopfförmig erweitert seien. Durch eine einzige Maceration eines Testastückchens kann man sich von der Unrichtigkeit dieser Vorstellung überzeugen. Eine Absonderung von Gallerte in den grossen Intercellularräumen, wie es Schleiden für die Papilionaceen behauptet,[2] fand ich weder bei *V. Faba* noch bei den anderen untersuchten Arten. Gegen den Nabel nehmen die Säulenzellen bedeutend an Länge zu und verschwinden an jenem Punkte, wo zwei Pallisadenreihen über einander sich lagern (Taf. I, Fig. 6, *s*). In der Chalaza, wo dieselben bei anderen Papilionaceen verschwinden, sind sie bei allen Vicieen erhalten.

Während die zwei ersten Schichten der Testa, die Pallisaden- und die Säulenzellen radiär gegen den Keim gestreckt sind, platten sich die zwei folgenden tangential ab, da sie meistens auch stark gequetscht werden.

Das zweite Gewebe der Quellschichte besteht aus mehreren Lagen grosser, ovoidaler Zellen (Taf. I, Fig. 1, q q_1), welche nur spärliche Intercellularräume frei lassen. Die Membran derselben ist dünn und an den Berührungsstellen porös verdickt (x), dabei erscheint sie im trockenen Samen vielfach gewunden oder zusammengelegt. Der Mehrzahl nach enthalten diese Zellen Luft oder einige, gelbliche Protoplasmareste und nur im innersten, dichteren Theile dieser Schichte (q_1) braunen Farbstoff von derselben Beschaffenheit wie der früher erwähnte.

Das dritte Gewebe der Quellschichte ist von dichterer Struktur und enthält das Gefässbündel der Testa (Taf. I, Fig. 1, *r*).

---

[1] l. c. pag. 28, Taf. III, Fig. 2.

[2] l. c. Anhang, pag. 80.

Bei *V. Faba* begleitet es nur die Spiralgefässe, während bei anderen Vicien ein ähnliches Gewebe überall über den Albumen zu treffen ist. Es scheinen also bei *V. Faba* diese spindelförmigen, ziemlich stark verdickten und braun gefärbten Zellen, welche Le Monnier als *cellules conductrices* bezeichnet,[1] zur Raphe zu gehören und den Basttheil des Gefässbündels vorzustellen. Bei den anderen Vicien wäre dieses Gewebe als die innerste, dichteste Lage der Quellschichte anzusehen, welche nur in jenem Theile, wo die Ausläufer der Raphe verlaufen, bedeutend an Dicke gewinnt. Da die Spiralgefässe bei allen Arten von *Vicia* und *Ervum* nur in der Mediane des Samens verlaufen und sich nicht, wie z. B. bei *Phaseolus*[2] in der ganzen Samenschale verzweigen, so dürfte diese Annahmen wohl zu billigen sein.

Das Gefässbündel der Samenschale oder die Ausläufer der Raphe, schon makroskopisch durch ihre gelbe Farbe von dem braunen Grundton der Testa differenzirt, entspringen knapp unter der Mikropyle. Sie durchsetzen als mächtiger, im Querschnitte ovaler Strang (Taf. I, Fig. 6, *gf*) das Nabelparenchym und verlaufen als feine, weisslichgelbe Linien gekennzeichnet, sich öfters verzweigend, in der Mediane rund um den Samen bis zur Keimaxe. Nach dem Austritte aus dem Nabel wandeln sich die spindelförmigen, netzförmig verdickten Zellen in verhältnissmässig lange, doppeltspiralig verdickte Gefässe um (Fig. 1, *r*, im Durchschnitte), welche stark verholzt sind und im Vergleiche zu jenen des kotyledonaren Gefässbündels derb erscheinen. Unter diesen eingemengt, trifft man auch Gefässe mit ringförmiger oder einfach spiraliger Verdickung. Nach Sempolowski[3] wäre das Gefässbündel im Nabel von zartwandigen, parenchymatischen Zellen umgeben.

Wohl fand ich in Begleitung des Fibrovasalstranges dünnwandige, langgestreckte Zellen, welche Krystalle von oxalsauerem Kalke führen, aber erst nach dem Austritte aus dem Hilum. Im Nabel selbst fand ich im reifen Samen niemals dünnwandige

---

[1] l. c. pag. 246.

[2] Besonders an der weissen Varietät von *Ph. multiflorus* ist dieses Verhältniss deutlich zu sehen.

[3] l. c. pag. 22.

Zellen in Begleitung des Gefässbündels, sondern dasselbe ist unmittelbar von sehr dickwandigen Nabelparenchymzellen eingeschlossen. Bei *Phaseolus* ist eine derartige Umhüllung, bestehend aus drei Lagen zartwandiger Zellen sehr deutlich ausgeprägt. Haberlandt hat aber von derselben keine Erwähnung gemacht.

Eine abweichende Bildung erfährt die Testa sowohl am Hilum wie in der Chalaza.

Der Nabel erscheint äusserlich als eine ovale, schwarze Einbuchtung, welche der Nabelgrund als weisse Linie längs durchzieht. An dem einen Ende befindet sich eine kleine Vertiefung, die Mykropyle, am anderen, etwas davon entfernt, die durch ihre fast schwarze Farbe hervortretende Chalaza. Im Allgemeinen hat schon Nobbe[1] ein übersichtliches Bild des Hilums von *V. Faba* mitgetheilt, daher meine Beobachtungen nur eine Erweiterung in anatomischer Hinsicht bieten. Der ganze Nabel (Taf. I, Fig. 6) wird wie die Testa überhaupt von der sich etwas einbiegenden Pallisadenschichte (*p*) überdeckt. Dieselbe nimmt gegen den Nabelgrund an Dicke ab, indem sie diesen als eine feine Spalte frei lässt. Die weisse Färbung desselben rührt von dem darunter liegenden Raphenbündel her. Ober der Hartschichte findet sich abermals eine Schichte radiär gestellter Stäbchenzellen (Taf. I, Fig. 3 und 6 *n*), welche sehr stark verdickt sind und ein spaltenförmiges, nach aussen erweitertes Lumen besitzen, das mit dunkelbraunem Pigment dicht erfüllt ist. Porenbildungen treten in der braun gefärbten Membran nicht auf. Diese Schichte sitzt in einem festen Verbande der Hartschichte auf, indem sich die Zellen letzterer konisch zuspitzen und die äusseren Zellen in die Buchten knapp hineinpassen (Fig. 3). Die äusserste Hülle bildet eine Lage tangential abgeplatteter, loser Pigmentzellen (Fig. 3, *pz*), welche bei *V. Faba* mit den schon erwähnten, braunen Farbstoffe dicht erfüllt sind.[2] Die Stäbchen- wie die Pigmentzellen des Nabels sind als Reste des Trennungsgewebes zu deuten, wie sich derartige auch bei anderen Papilionaceen vorfinden. Einen besonderen Charakter erhält die Quellschichte

---

[1] l. c. pag. 84.

[2] Sempolowski hat dieselben übersehen, während Nobbe sie als besondere Eigenthümlichkeit des Hilums erwähnte.

durch die wulstförmige Ausdehnung nach innen und durch die Umwandlung in ein Sternparenchym (Taf. I, Fig. 6, *sp*). Es besteht aus grossen, kugeligen oder länglichen Zellen, welche ziemlich dickwandig eine poren- und leistenförmige Verdickung zeigen. Dieselben anastomosiren durch mehr oder minder lange Fortsätze und lassen dadurch grosse, lufterfüllte Intercellularräume frei (Taf. I, Fig. 7). In der Umgegend des Raphenbündels sind diese Zellen etwas kleiner aber sehr reichlich mit dunkelbraunem Farbstoffe erfüllt. Auch findet man an den Seiten des Nabels in den Zellformen Übergänge zu jenen der Quellschichte. Ein an die Pallisaden anschliessendes Gewebe stark verdickter, mit Porencanälen versehener Zellen ist bei *V. Faba* nicht so klar abgegrenzt, wie bei *Lupinus* und anderen Viciiden, denn das Sternparenchym reicht bis zur Hartschichte und nur die Zellen nehmen an Grösse ab, besitzen aber dennoch kleine Fortsätze. Nur gegen die Mikropyle, vor der Stelle, wo das Würzelchen die Pallisadenschichte sprengt, ist ein solches Gewebe, wie es Sempolowski[1] erwähnt, anzunehmen, da hier kleinere Zellen in der That sich dicht aneinanderdrängen.

Die Chalaza zeigt nur insoferne einen abweichenden Bau, als die einzelnen Zellen der Hartschichte das zwei- bis dreifache ihrer Länge (0·34 Mm.) erreichen. Dabei sind sie sehr dickwandig und ihre Zellwand, welche dunkel gefärbt ist, verlängert sich meistens im Basaltheile in einen schnabelartigen Fortsatz (Taf. I, Fig. 4).

Nachdem ich die Samenschale des reifen Samens einer näheren Beschreibung unterzogen, füge ich noch einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte derselben hinzu.

Die äusserste Zelllage des äusseren Integumentes ist nur sehr schwach von den darunter liegenden differenzirt, nach der Befruchtung aber wird durch den Verlauf der Raphe eine äussere Partie vom Ovulum abgegliedert, welche der künftigen Samenschale entspricht. Es bildet sich eine Epidermis aus, deren Zellen sich immer mehr radiär strecken und nach eingetretener Verdickung die Hartschichte darstellen. Die Quellschichte entwickelt sich durch rege Theilung aus mehreren Lagen rundlicher

---

[1] l. c. pag. 22.

Chlorophyll führender Zellen. Die an die Epidermis (Hartschichte) anschliessende Zelllage bildet sich erst spät zur Säulenschichte um, indem die Wände dieser kubischen Zellen auseinander weichen und grosse Intercellularräume frei lassen. Die Ausbildung der Testa erfolgt zuerst in der Chalaza. Durch die Entwicklung des Testagefässbündels bei *V. Faba* wird auch sicher gestellt, dass das dritte Gewebe der Quellschichte, welches die Spiralgefässe umgibt, dem Gefässbündelgewebe angehört.

Das Albumen.

Bei allen *Vicia*- und *Ervum*-Arten ist ein Albumen anzutreffen. Schleiden und Chalon[2] sprechen es denselben ab, wie wohl schon Bischoff[3] erwähnte, es sei eine Andeutung desselben vorhanden. Mit Sicherheit constatirte es erst Sempolowski[4] bei *V. Faba* und *sativa*.

Gerade bei ersterer bedeckt es nur einen geringen Theil der inneren Testa und ist allein dem Gewebe der Raphe aufgelagert. Man erkennt dessen Lage erst deutlich an der weissen Farbe bei gequollenen Samen. Bei den anderen Arten tritt es überall unter der Quellschichte auf und erreicht seine grösste Mächtigkeit in der Gegend des Hilums und der Radicula. Das Albumen stellt bei den Viciiden nur den Rest eines solchen dar, bestehend aus kleinen, tangential abgeplatteten Zellchen (Taf. I, Fig. 1, *a*), welche im Lumen nur wenig Protoplasma und kleine Öltröpfchen enthalten. Der innerste Theil desselben ist stark gequetscht, meistens auch gallertig. Dessen Ausbildung gemäss könnte es nach Schleiden's Eintheilung der dritten oder innersten Lage des Albumens entsprechen, wie er es von einer Viciee, nämlich von *Cicer arietinum*[5] abbildet.

Der Keim.

Die Keimaxe, welche im Vergleiche zu den Kotyledonen nur winzig erscheint, ist rechtwinkelig oder in einem davon

[1] l. c. pag. 70.
[2] l. c. pag. 43 und 50.
[3] l. c. Erklärung zur Taf. XLIII.
[4] l. c. pag. 21.
[5] l. c. Taf. XLIII, Fig. 60, *ι*.

etwas abweichenden Winkel gebogen und lässt in den drei递Haupttheilen, dem epikotylen, hypokotylen Stengelgliede und der Radicula vier Gewebsformen unterscheiden, und zwar:

1. Das Urmeristem,
2. Die Epidermis,
3. Das Grundgewebe,
4. Das Gefässbündelgewebe.

1. Das Urmeristem findet sich in den Vegetationspunkten der Wurzel und des Stengels. Es besteht wie bei anderen Pflanzen aus sehr kleinen, dünnwandigen Zellen mit grossen Zellkernen. Im Stengel trifft man es sowohl in der Plumula als in den Axillarknospen in Form einer meist halbkugeligen Papille, welche von einer zarten Oberhaut bekleidet wird. Solche Knospen aus urparenchymatischen Zellchen finden sich auch in den Achseln der Kotyledonen und erreichen im späteren Wachsthum als Äste der Pflanze fast dieselbe Grössenausdehnung wie die Hauptaxe. In der Wurzelspitze geht das Urmeristem allmälig in das lockere Parenchym der Wurzelhaube über.

2. Die Epidermis besteht aus einer Lage, sehr selten und nur an einzelnen Stellen aus zwei Reihen radiär gestellter oder mehr tafelförmiger Zellen. Nach aussen sind dieselben stärker verdickt und besitzen in ihrer protoplasmatischen Grundmasse einen deutlichen, grossen Zellkern. Im hypokotylen Stengelgliede finden sich bei *V. Faba* Spaltöffnungen, welche schon nach ihrem Baue zu schliessen (die Athemhöhle besitzt nur geringe Dimensionen) als functionslos anzusehen sind.

3. Das Grundgewebe der Keimaxe erfüllt den ganzen Raum zwischen der Epidermis und dem Gefässbündel. Nur bei *V. Faba* findet sich auch ein Mark; allen anderen Vicien fehlt es. Das Grundgewebe besteht aus tafelförmigen, polyedrischen, dabei dünnwandigen Zellen, welche in Gruppen vereinigt von luftführenden Intercellulargängen begrenzt werden. Im Lumen führen die Zellen nebst protoplasmatischer, feinkörniger Grundmasse einen grossen Zellkern und kleine Stärkekörnchen. Bei *V. Faba* finden sich letztere besonders im hypokotylen Stengelgliede in grosser Zahl, ferner im Blattparenchym der Primordial-

blätter, in welches das Grundgewebe allmälig übergeht, indem die Zellen eine mehr kugelige Form annehmen.

4. Das Gefässbündel der Keimaxe von Prof. Sachs, in dessen Arbeit über die Keimung der Schminkbohne „producirendes Gewebe" genannt, steht auf cambialer Stufe und ist deutlich ausgeprägt. Es erstreckt sich von der Wurzel bis zum Vegetationspunkte des Stengels, auch in die Primordialblätter Zweige absendend. Die dünnwandigen, prismatischen Zellen, welche nach der Hauptaxe in die Länge gestreckt sind, enthalten im Inhalte einen grossen Zellkern, umgeben von feinkörnigem Protoplasma. Eine Anlage des Holztheiles oder von Gerbstoffgefässen wie bei *Phaseolus* findet man im ruhenden Samen noch nicht.

Von den drei Haupttheilen der Keimaxe lässt sich das sehr kurze, hypokotyle Stengelglied am schwersten unterscheiden. Charakterisirt durch die Ansatzstellen der Keimblätter, bietet es höchstens durch die Dickenausdehnung des Gefässbündels und durch den Besitz functionsloser Spaltöffnungen einige Anhaltspunkte. Das epikotyle Stengelglied besitzt meist sieben ausgebildete Primordialblätter, von denen die unteren nur Niederblätter darstellen, die oberen aber schon einen hohen Grad von Ausbildung zeigen, indem das Gefässbündel, obwohl noch cambial, Äste dritter Ordnung aufweist. Eine Lappung der Blattspreite ist nur schwach ausgeprägt. Alle zweizeilig gestellten Primordialblätter sind derartig zusammengelegt, dass sie wechselseitig in einander übergreifen und die Plumula vollständig einhüllen. Das Würzelchen lässt den, bei den Papilionaceen allgemein vorkommenden Typus erkennen.

Die Kotyledonen sind als Reservestoffbehälter mächtig ausgebildet und haben, was die äussere Form betrifft, bei der grossen Samenvarietät eine linsenförmige, flache Gestalt, welche bei den andern Varietäten alle Übergänge bis zur halbkugeligen Form erkennen lässt. Beide Seiten zeigen Erhabenheiten und Vertiefungen, welche sich an der inneren concaven Seite in fast sternförmig angeordnete Falten auflösen. Letztere sind das Product einer ungleichmässigen Austrocknung des Samens. Ihre Farbe ist meistens gelblich, während sich bei anderen, wahrscheinlich nicht vollständig gereiften Samen eine grünliche Fär-

bung vorfindet, welche durch geringe Mengen Chlorophyll hervorgerufen wird.

Manchmal kommt es auch vor, dass beide Kotyledonen mit ihren Rändern übereinandergreifen. Die Oberhaut derselben zeigt zwei Formenverschiedenheiten, welche aber in den peripheren Theilen wie auch am Basaltheile (Stiele) der Kotyledonen vielfach in einander übergehen. Die äussere Oberhaut (Taf. II, Fig. 10, *e*) besteht aus einer Lage flachgedrückter, etwas nach aussen mehr verdickter Zellen. Unter denselben befinden sich luftführende Intercellularräume, an welche sich das pallisadenartig ausgebildete Parenchym (*p*) anschliesst. Die innere Epidermis (Taf. II, Fig. 11, e_1) besteht ebenfalls aus einer Lage von Zellen, die jedoch nicht so stark und nach aussen auf gleiche Weise verdickt sind. Ihre Anordnung wie ihre Gestalt ist regelmässiger; die Form prismatisch etwas tangential flachgedrückt, ihre Anordnung reihenweise, gegen den Rand der Kotyledonen hin gestreckt. Beide Formen enthalten Eiweisskörper mit Fetttröpfchen und nur ein feines Plasmanetz, niemals Stärke. Bei den anderen Vicieen finden sich noch schärfere Merkmale zur Unterscheidung einer inneren und einer äusseren Epidermis der Kotyledonen. Ich füge noch hinzu, dass die innere Epidermis der Keimblätter der oberen Blattepidermis bei Keimpflanzen mit ergrünenden, blattartigen Kotyledonen (z. B. *Phaseolus vulgaris*) entspricht, die äussere der unteren, und ich musste diese Bezeichnung wählen, da bei den Viciiden bekanntlich die Kotyledonen bei der Keimung in der Samenschale stecken bleiben, also eine Ober- und Unterseite nicht unterscheiden lassen.

Interessant ist bei *V. Faba* wie bei allen Vicieen der Besitz von Intercellularräumen zwischen den Epidermiszellen. Es erstrecken sich nämlich die unterhalb der Epidermis befindlichen Intercellularräume tief zwischen deren Zellen hinein, so dass sie fast bis zur Cuticula reichen, wodurch die Epidermis, von der Fläche betrachtet, den Anschein bekömmt, als würden die Zellen von luftführenden Intercellularräumen begrenzt. Bei anderen Viciiden ist dieses Verhältniss deutlicher ausgeprägt (Taf. II, Fig. 19 und 20). Viele stärkehältige Papilionaceen-Samen, wie die von *Pisum*, *Lens*, *Lathyrus*, *Orobus*, *Phaseolus* zeigen derar-

tige Intercellularräume in der Epidermis der Keimblätter. Spaltöffnungen treten nicht auf.

Im Basaltheile der Kotyledonen findet man als eine besondere Eigenthümlichkeit aller Vicieen einen meist halbmondförmigen, dunklen oder grünlichen Fleck in der äusseren Epidermis, den ich mit dem Namen „Aleuronfleck" bezeichnen will (Taf. II, Fig. 24, *a*).

Man trifft an dieser bestimmt orientirten Stelle in jeder Epidermiszelle ein grosses, mit Chlorophyll tingirtes Korn (Taf. I, Fig. 8, *a*), welches nach seinem chemischen Verhalten als ein Aleuronkorn zu deuten ist. Auch das darunter liegende Parenchym zeigt kleinere, derartige Körner (Fig. 8, *b*). In Wasser lösen sich diese Körner theilweise auf, indem sich Vacuolen bilden, während sie in Öl vollkommen erhalten bleiben. Mittelst absolutem Alkohol lässt sich der Farbstoff leicht extrahiren und zeigt im Spectroskop deutlich das Chlorophyllspectrum. Bei Einwirkung von Zucker und Schwefelsäure färben sich diese Körner nur dann schön rosenroth, wenn das Chlorophyll entfernt worden war, bei directer Einwirkung stellt sich eine hell gelbgrüne Färbung ein und erst nach längerer Zeit erhalten die Körner eine rothbraune Farbe. Als Einschlüsse fand ich nur einzelne Globoide (Taf. I, Fig. 8, *g*) und auch diese nur spärlich. Auch will ich erwähnen, dass die Körner den inneren Raum der Zelle nicht vollständig ausfüllen, sondern dass man, wenn die Körner im Wasser herausgeschlemmt werden, eine ölhaltige Grundmasse deutlich zu unterscheiden vermag. Auch fand ich Pfeffer's Ansicht, dass die Aleuronkörner erst während des Reifens des Samens sich heranbilden, vollkommen bestätigt. Derartige grüngefärbte Aleuronkörner, welche den Inhalt einer Epidermiszelle fast ausfüllen, finden sich auch an den Kotyledonen von *Pisum, Lens, Lathyrus, Orobus.*

Das Parenchym der Kotyledonen besteht aus grossen, etwas abgeplatteten, porös verdickten Zellen, welche gegen die Epidermis an Grösse abnehmen und gegen die Aussenseite des Samens sich in längliche, den Blattpallisaden ähnliche Zellen umwandeln (Taf. II, Fig. 10, *p*). Es fällt dies um so mehr auf, als das Pallisadenparenchym gewöhnlich der oberen Hälfte des Mesophylls angehört. Der Inhalt dieser Parenchymzellen ist vollge-

pfropft mit Reservestoffen; die Grundmasse ist eine schwach gelbliche Substanz, bestehend aus winzigen, aneinandergereihten Aleuronkörnern,[1] in welcher grössere und kleinere, meist vielfach zerklüftete Stärkekörner eingebettet sind (Taf. II, Fig. 10 bis 12, *p*).

Das Gefässbündel der Keimblätter nimmt seinen Ursprung im hypokotylen Stengelgliede und verzweigt sich bald nach dem Eintritte in den stielförmigen Basaltheil der Kotyledonen, mehr oder minder Dichotomie in seiner Verästelung beibehaltend. Dasselbe hat schon eine viel weiter gehende Ausbildung als jenes der Keimaxe, denn in den feineren Ästen (Taf. II, Fig. 12) treten schon Spiralgefässe zu 2 oder 3 in Gruppen vereinigt auf und werden von spindeligen Zellen begleitet. Im peripheren Theile des Gefässbündels werden die Zellen grösser, führen Stärke und bilden daher eine Art Gefässbündelscheide, deren Zellen sich aber nicht scharf vom anderen Grundgewebe unterscheiden (Taf. II, Fig. 12, *gs*). Interessant ist es auch, dass die langgestreckten Zellen des Gefässbündels kleine Stärkekörnchen führen und ein allmäliger Übergang in der Grösse der Körner gegen diejenigen des Parenchyms beobachtet werden kann.[2] Ähnliche, wenn auch nicht so stark verholzte Spiralgefässe wie bei *V. Faba* fand ich auch bei der vergleichenden Untersuchung in den Fibrovasalsträngen der Kotyledonen bei *Phaseolus multiflorus*, obwohl Professor Sachs behauptete,[3] sie entstünden erst während der Keimung. Bei *Phaseolus* treten sie aber noch spärlicher auf, so dass ein Übersehen sehr leicht ist.

2. *Vicia lutea* L.

(*Hypechusa lutea* Alef.)

Mit dieser *Vicia* beginne ich die Untersuchungen einer Reihe von Viciensamen, welche sich schon durch die äussere Gestalt

---

[1] Auch Hartig in seiner „Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims," pag. 115, führt eine kettenförmige Anordnung der Aleuronkörner in den stärkehältigen Samen von *Vicia* an.

[2] Auch bei *E. villosum* Trautv. und *E. hirsutum L.* beobachtete ich dasselbe.

[3] Sachs, Physiol. Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne, Sep.-Abdr. aus den Schriften der k. Akad. d. Wissensch., Wien, 1859, Bd. XXXVII. pag. 8.

wesentlich von *V. Faba* unterscheiden. Dieselben besitzen eine mehr kugelige Gestalt und sind in allen Theilen bedeutend kleiner.

Die Testa von *V. lutea* zeigt keine bedeutenden Unterschiede gegenüber jener von *V. Faba*. Der obere Theil der Pallisadenzellen, welche 0·079 Mm. als mittlere Länge erreichen, ist in ähnlicher Weise wie bei *V. Faba* porös verdickt und verläuft in eine Spitze, welche von einer zarten Cuticula bedeckt wird (Taf. II, Fig. 21). Dadurch, dass diese Spitzen frei aus der Hartschichte hervorragen, gewinnt der Same ein sammtiges Aussehen. Die Säulchenzellen zeigen eine feine, leistenförmige Verdickung und sind im Ganzen bedeutend dünnwandiger als jene der *V. Faba*. Der innerste Theil der Quellschichte enthält reichlich braunen Farbstoff, welcher jenem von *V. Faba* im chemischen Verhalten fast gleicht, während das zarte Albumen nur hie und da einen Plasmarest enthält.

Am Nabel, der im Ganzen analog mit dem von *V. Faba* gebaut erscheint, zeichnen sich die Stäbchenzellen durch ihre Grösse (0·03 Mm.) aus, indem sie auf diese Weise die 2—3fache Länge der unter demselben befindlichen, im Hilum verkürzten Pallisaden erreichen. Das Sternparenchym zeigt in dem an das Albumen angrenzenden Theile eine Anhäufung von dunklem Farbstoffe, wodurch das weisse Albumen scharf hervortritt. Das die Spiralgefässe begleitende Gewebe ist nur schwach ausgebildet. In den Zellen der halbkugeligen Kotyledonen findet man grosse Stärkekörner, welche in einer Grundmasse von kleinen, theilweise in Wasser löslichen Proteinkörnern eingebettet sind. Da auch die Zellwand ein grosses Quellungsvermögen besitzt, so scheint sich an in Wasser präparirten Schnitten der Zellinhalt zusammenzuziehen. Das Gleiche gilt auch von der Epidermis, welche zwischen äusserer und innerer keinen Unterschied erkennen lässt. Das Gefässbündel der Kotyledonen entspringt aus der Keimaxe als mächtiger Strang, der sich hernach vielfach verästelt. Wie dem Gefässbündel aller folgenden Arten, fehlen auch diesem Fibrovasalstrange die Spiralgefässe. An der rechtwinkelig gebogenen Keimaxe kann man 7 zweizeilig gestellte Primordialblätter mit kleinen Axillarknospen erkennen. Das Grundgewebe zeigt wohl auch die Gliederung in Zellpartien, doch nicht so

scharf wie bei anderen Vicieen und dessen Zellen sind am Querschnitte (besonders im Rindenparenchym) wellenförmig begrenzt. Stärke tritt im Grundgewebe in kleinen Körnchen häufig auf, verschwindet bei der Einmündung der Keimblätter und findet sich erst wieder in Übergangsformen zu den grossen Körnern der Kotyledonen weiter entfernt von der Keimaxe, im Basaltheile (Stiele) der Keimblätter. Die Epidermiszellen im Aleuronflecke besitzen in ihrem Inhalte statt eines einzigen Kornes mehrere grüngefärbte Aleuronkörner.

3. *Vicia sativa* L.

Während der Same von *V. Faba* eine hell- oder dunkelbraune, bei *V. lutea* eine sammtig schwarze Färbung besitzt, ist die äussere Färbung der Futterwicke sehr verschiedenartig und schwankt zwischen einem röthlichen oder graugrünen Grundton mit schwarzen oder bräunlichen Makeln, welche durch Pigmenteinlagerungen in der Zellwand hervorgerufen werden. Die Pallisadenzellen besitzen eine ähnliche Gestalt wie die der vorigen Art, schliessen aber keinesfalls grosse, mit Intercellularsubstanz erfüllte Räume zwischen sich ein, wie sie Chalon[1] zu finden glaubte. Auch behauptet Sempolowski,[2] dass auf der Cuticula ein körniger, in kochendem Alkohol löslicher Überzug aufgelagert sei. Nach meinem Ermessen ist seine Körnchenschichte nur die äusserste, etwas modificirte Lage der Cuticula, welche bei *V. sativa* ziemlich entwickelt ist, sich aber in kochendem Alkohol nicht löst. Kocht man Samenschalen der Futterwicke in absolutem Alkohol, so findet man nach der Verdampfung des Alkohols auf einer Glasplatte allerdings kleine Krystalle von Glyceriden. Diese stammen aber nicht aus der Cuticula, sondern aus dem Albumen. Im flachen Nabel zeigt sich eine deutliche Schichte kubischer, sehr stark verdickter Zellchen unter der Hartschichte; die Stäbchenzellen sind klein (0·021 Mm.) und enthalten keinen Farbstoff, wie auch die Pigmentzellen fehlen. Durch das vergrösserte Quellparenchym wird wie bei *V. Faba* die Tasche für das Würzelchen gebildet, während der Wurzelspitze ein dünn-

---

[1] l. c. Taf. I, Fig. 10 und pag. 16.

[2] l. c. pag. 23 und Taf. II, Fig. 13.

wandiges, geschlossenes Parenchym vorgelagert ist, das sich bis zur Mikropyle erstreckt. Im Inhalte der inneren Epidermiszellen kommen kleine Stärkekörner vor, welche den äusseren fehlen. Dafür besitzen letztere zahlreiche, spaltenförmige Intercellulargänge, deren Bau ich oben näher erläuterte. Durch den Besitz grosslumiger Zellen weicht das Kotyledonen-Gefässbündel wie das der Keimaxe etwas vom Typus der vorigen Arten ab. Wie bei *V. Faba* trifft man auch bei *V. sativa* im Aleuronflecke grosse grüne Aleuronkörner, welche jedoch im Mittel nur die Grösse von 0·03 Mm. Länge erreichen, während bei *V. Faba* Körner von 0·06 Mm. nicht selten sind. In der Keimaxe, welche der früheren gleich gebaut ist, reicht die Stärke bis zur Vegetationsspitze des Stammes, gegen die Wurzel verschwindet sie aber vollkommen. Auch wäre noch zu erwähnen, dass die mittleren Primordialblätter deutliche Fiedern besitzen, und dass die Epidermis des hypokotylen Stengelgliedes einige Spaltöffnungen aufweist, welche wie jene der *V. Faba* functionslos bleiben dürften.

4. *Vicia Bobartii* G. Koch.

(*V. sativa, v. nigra* L. [Trautv.]; *sativa, v. 6, Bobartii* Koch [Alef.]).

Obwohl von einigen Autoren als Varietät zu *V. sativa* gezählt, behandle ich dieselbe dennoch selbstständig, da sich im anatomischen Baue einige Verschiedenheiten ergaben, die deren selbstständige Stellung rechtfertigen. Die Epidermis der Kotyledonen ist stärkefrei, enthält aber wie die anderen Arten Intercellularräume, die sich fast bis zur Cuticula erstrecken. Die grossen Körner des Aleuronfleckes füllen den Inhalt der Epidermiszellen fast vollkommen aus, aber trotz ihrer Grösse findet man in denselben nur sehr spärlich kleine Globoide.

Auch in Betreff der Keimaxe zeigt sich bei *V. Bobartii* ein Unterschied gegen *V. sativa*, indem sich die schön gefiederten, obersten Primordialblätter fast wagrecht vom epikotylen Stengelgliede abzweigen. Die Testa stimmt im anatomischen Baue mit jener der *V. sativa* überein, doch sind die Längendimensionen der Zellen in der Hartschichte grösser.

5. *Vicia cordata* Wulf.

(*V. sativa* L., *v. cordata* Trautv.)

Dieser zierliche, schön gefärbte Same steht in den anatomischen Verhältnissen jenem der *V. cornigera* am nächsten; daher dürfte diese Species eher zu der genannten als zu *V. sativa* gehören. Die Testa hat äusserlich eine hellbraune Färbung, während der weisse Nabel von einem schwarzen Saume umgrenzt wird. Enthüllt man den Samen, so sticht die weisse Wurzelspitze von den schön orangeroth gefärbten Kotyledonen hell ab. Die Glätte der Testa wird durch die flachen, nicht in eine scharfe Spitze ausgezogenen, stark cuticularisirten Pallisadenzellen hervorgebracht, welche bei 0·051 Mm. mittlerer Länge in der Chalaza sogar 0·124 Mm. Länge erreichen. Die sehr schmale Quellschichte erreicht nur die Dicke der Säulenschichte, deren Zellen sehr stark verdickt sind. Das Hilum gleicht im Baue jenem der *V. Bobartii*. Merkwürdig ist es, dass bei *V. cordata* wie bei allen anderen Viciiden kein Stärkekorn in der äusseren Epidermis der Kotyledonen zu finden ist, da doch die innere dieselben in so reichem Masse besitzt. Die Keimaxe ist in einem spitzen Winkel gekrümmt und in allen Theilen etwas in die Länge gestreckt. Nur in den Achseln der untersten Blätter finden sich Knospenanlagen. Das Gefässbündel erscheint von einem zum anderen Blatte eckig hin- und hergebogen und sendet wie bei *V. Faba* zwei Stränge in das Blattparenchym. Bei *V. Faba* wie bei *V. cordata* hat es wohl nur äusserlich den Anschein, als würde die Epidermis des hypokotylen Stengelgliedes auch die Wurzelhaube zu umhüllen, was man besonders an der Anfangsstelle der Wurzelhaube beobachten kann. Bald jedoch verliert sich der Charakter einer Epidermis und man erblickt nur mehr Zellen, welche etwas in die Länge gestreckt, eine nach aussen mehr gequellte Zellwand besitzen. In der Vertheilung der Amylumkörner besteht in der Keimaxe dasselbe Verhältniss wie bei *V. Bobartii*.

6. *Vicia cornigera* Chaub.

Dem äusseren Ansehen, sowohl in Farbe, Grösse und Gestalt gleicht dieser Same vollkommen jenem von *V. cordata*. Es

ergeben sich nur einige kleine Unterschiede, von welchen hervorzuheben ist, dass die innere Epidermis der Kotyledonen keine Stärke führt. Auch die Keimaxe stimmt im Baue und in der Vertheilung der Stärke mit jener von *V. cordata* überein. Allenfalls wäre nur noch zu erwähnen, dass das Parenchym der Wurzelhaube nicht weit vom Ansatze der Keimblätter seinen Ursprung nimmt, daher das hypokotyle Stengelglied sehr verkürzt ist. Die Pallisadenzellen laufen in ein Spitzchen aus, welches nicht gefärbt ist. Im Nabel fehlt die Schichte dickwandiger, kubischer Zellchen. Im Gegensatze zu *V. cordata* besitzen die Zellen des Aleuronfleckes bei dieser Art mehrere, grüngefärbte Körner in einer Epidermiszelle vereinigt.

7. *Vicia sepium* L.

(*Atossa sepium* Alef.)

Der vollkommen kugelige Same ist durch seinen Reichthum an Stärke ausgezeichnet. Selbe findet sich dicht gedrängt im Parenchym der Kotyledonen, ausserdem aber in grosser Menge in deren innerer Epidermis, in den Primordialblättern und reicht im Grundgewebe der Keimaxe bis zur Wurzelspitze. Die Zellen des Aleuronfleckes enthalten nur ein einziges Korn von granulirtem Aussehen und ziemlicher Grösse (0·01—0·02 Mm.), welchem Einschlüsse fehlen. Im Baue der Samenschale schliesst sich diese Species der *V. sativa* an und zeigt ebenfalls schwarze Flecken in der Testa, welche durch eine Tingirung der Zellwände wie des Lumens der Pallisadenzellen hervorgebracht werden. Der färbende, violette Farbstoff zeigt ein ähnliches Verhalten wie das Anthocyan, färbt sich bei Einwirkung von schwachen Säuren roth und kann bei Behandlung mit Ammoniak wieder in eine blaugrüne Farbe verwandelt werden.

8. *Vicia persica* Trautv.

(*V. armena* Boiss.)

Die Pallisadenzellen dieser Art zeigen in ihrer Verdickungsweise (Taf. II, Fig. 17) ein ähnliches Bild wie jene der Buffbohne. Ihre porösen Obertheile sind jedoch in ungefärbte Spitzchen verlängert, welche von einer stark ausgebildeten Cuticula

überkleidet werden. Auch zeigen sich in dem oben erweiterten Lumen der Pallisadenzellen wie bei *V. Faba* kieselhältige, ähnlich geformte Inhaltskörper. Die Säulenzellen sind bis zur Hälfte mit braunem Farbstoffe erfüllt und fein porös verdickt. Öfters scheinen dieselben, wie es auch bei *Ervum amoenum* der Fall ist, eine netzartige Porenverzweigung zu besitzen, indem in der Seitenansicht die Poren der Vorderwand sich mit denen der Hinterwand kreuzen (Taf. II, Fig. 16). Zu bemerken ist auch die 2—3fache Verlängerung der Säulenzellen in der Umgegend des Hilums. Die Quellschichte enthält in ihrem äusseren und inneren Theile verschiedenartige Farbstoffe und zwar in ersterem einen gelblichen oder olivengrünen, in letzterem einen braunen Farbstoff. Die innerste, braungefärbte Partie bildet mit dem gallertigen Eiweiss die Tasche für die Radicula. Manchmal findet man am Nabel noch einen kleinen Rest des Funiculus. Die Epidermiszellen der Kotyledonen enthalten kein Amylum, jedoch in dem Aleuronfleck grosse, grüne Körner mit kugelförmigen Globoiden.

9. *Vicia disperma* Vill.

(*Cracca disperma* God. et Gr.)

Von Alefeld mit der folgenden Art zu den Ervosen gerechnet, bietet deren Samenschale mit jener von *V. sativa* solche Ähnlichkeiten, dass ich dieselben bei den *Vicia*-Arten behandelte. In den Dimensionen der einzelnen Testazellen stimmen *V. disperma* und *V. Bivonea* überein. Die Pallisadenzellen dieser Art, durch den Besitz abgerundeter, nicht gelb tingirter Spitzen gekennzeichnet, besitzen aber gegenüber jenen der *V. Bivonea* eine einfache, breite Lichtlinie und enthalten oft reichlich einen dem Anthocyan untergeordneten Farbstoff, während die porös verdickten Nabelparenchymzellen sehr reichlich einen rothbraunen Farbstoff besitzen. Die Keimaxe ist wie jene der *V. Bobartii* gebaut und zeigt nur insofern einen Unterschied vor jener der folgenden Art, als die Primordialblätter stärker ausgebildete Fiedern besitzen.

10. *Vicia Bivonea* Rafin.

(*Cracca Bivonea* Alef.)

Wie erwähnt, zeigt diese Art, gegenüber der vorigen, nur einen auffälligen Unterschied in den Pallisadenzellen der Testa, indem dieselben eine doppelte, bei verschiedener Einstellung des Mikroskopes verschiebbare Lichtlinie (Taf. II, Fig. 23) besitzen. Sonst findet man Alles gleich gebaut; auch der Aleuronfleck beider Arten zeigt auf gleiche Weise in den Epidermiszellen schwach grün gefärbte, in öliger Grundmasse eingebettete Körner und die innere Epidermis enthält bei beiden Arten keine Stärke.

Specielle Betrachtung der Samen von Ervum L.

(*Tetraspermum* L., *hirsutum* L., *villosum* Trautv., *Cracca* Trautv., *alpestre* Trautv., *cassubicum* Peterm., *amoenum* Trautv.)

Alle Samen der *Ervum*-Arten zeigen einen ähnlichen Bau wie jene der *Vicia*-Arten. Für dieselben ist jedoch charakteristisch, dass die Pallisadenzellen in ein Spitzchen auslaufen, das ohne Ausnahme gelb tingirt ist, ferner, dass auch die Zellmembran der Stäbchenzellen des Nabels eine ähnliche Färbung besitzt. Die Lichtlinie bildet die Grenze zweier verschieden gefärbter Zellwandpartien und zwar ist der nach aussen liegende Theil sammt den Spitzchen gelb und der nach innen liegende Theil der Zellwand wie das Lumen mit einem, dem Anthocyan nahestehenden Farbstoff tingirt, welch' letztere Stellen als schwarze oder bläuliche Flecken äusserlich an der Samenschale bemerkbar sind.

1. *Ervum tetraspermum* L.

(*Vicia tetrasperma* Schreb.)

Trotz der Kleinheit der Samen, welche im Durchmesser kaum 1·5 Mm. erreichen, enthält die Testa dennoch alle Gewebe. Die Pallisadenzellen durch ihre Grösse (0·045—0·05 Mm.) hervorragend, zeigen deutlich das den *Ervum*-Arten zukommende Merkmal der gelb tingirten Spitzen und sind nur an einigen Stellen unter der Lichtlinie schwärzlich gefärbt. Die Quellschichte,

welche in ihren Zellen meistens nur Luft führt, zeigt grössere Intercellularräume. Im Baue der Keimaxe wie des Nabels finden sich keine Besonderheiten.

2. *Ervum hirsutum* L.

(*Vicia hirsuta* G. Koch, *Endiusa hirsuta* Alef.)

Am auffallendsten und deutlichsten tritt bei dieser Viciee die Stärke in der inneren Epidermis der Kotyledonen hervor. Die Körner erreichen eine ziemliche Grösse und treten sehr zahlreich auf (Taf. II, Fig. 20). Nebenbei findet man auch die schon erwähnten Intercellularräume, welche sich in der äusseren Epidermis nur zahlreicher wiederholen (Taf. II, Fig. 19). In dem Parenchym der Keimblätter finden sich grosse Amylumkörner, die das Lumen fast gänzlich ausfüllen und selbst im Gefässbündel trifft man kleine Stärkekörnchen. Die Samenschale zeichnet sich durch den Besitz eines Funiculusrestes[1] vor allen anderen aus.

Derselbe ist in der Nähe der Mikropyle am Nabel angeheftet (Taf. II, Fig. 13, *f*) und stellt nicht ein zufälliges Anhängsel der Testa vor, wie es auch ausnahmsweise bei anderen Vicieen vorkömmt, sondern ein wirkliches Attribut des Samens, und besteht aus dünnwandigen, braun tingirten Zellen. Auf der anderen Seite des Nabels gegen die Chalaza ist dieser, das Hilum bedeckende Funiculusrest gewöhnlich abgelöst. Die Schichte von kubischen, sehr stark verdickten Zellchen, welche im Hilum der Hartschichte unterlagert ist, findet ihre grösste Ausdehnung in der Gegend der Mikropyle (Fig. 13, *c*). Die dadurch bewirkte, ungleiche Festigkeit der Testa bewirkt bei wachsendem Drucke des Würzelchen das Zerreissen der Testa (bei *x*), denn ein Austritt des Würzelchen durch die Mikropyle kann nicht stattfinden, da dieselbe bei den Viciiden nicht mehr vorhanden ist. Im Aleuronflecke, welcher in den Epidermiszellen bei *E. tetraspermum* nur kleinere Körner enthält, finden sich wieder einzelne Körner wie bei den *Vicia*-Arten. Als Einschlüsse fand ich nur sehr kleine Globoide, in der Mehrzahl in einzelnen Körnern.

---

[1] Nobbe gab eine Zeichnung desselben in seiner Samenkunde. pag. 65, Fig. 59.

3. *Ervum villosum* Trautv.

(*Vicia villosa* Roth, *Cracca villosa* God. et Gr.)

Die stark hervortretende Gelbfärbung der Spitzen, sowie die Abgliederung des Lumens in 2 stärkere, mit lichtbraunem Farbstoffe erfüllte Partien kennzeichnen die Gestaltung der Hartschichte dieser Art (Taf. II, Fig. 22). Die darauffolgenden Säulchenzellen besitzen eine poröse Verdickung und sind zur Hälfte mit Farbstoff erfüllt (Taf. II, Fig. 14). Von den zwei inneren Geweben der Quellschichte enthält die erste (Taf. II, Fig. 18, *q*) nur geringe Mengen braunen Farbstoffes, während das innerste (*r*) deutlich ausgebildet ist und die Raphengefässe einschliesst. Die Structur des Albumens (*a*) ist erst bei Quellung mit Kali ersichtlich. Das Eiweiss und die innerste Schichte der Testa bilden die Tasche für das Würzelchen und sind auch unter dem Sternparenchym des Hilums deutlich sichtbar. Wie bei *V. Faba* enthält auch das Kotyledonargefässbündel kleine Amylumkörnchen, welche der inneren Epidermis der Keimblätter fehlen. Die Keimaxe mit 6—7 schön gefiederten Primordialblättern zeigt keine Andeutung eines Trichomgebildes, obwohl die ausgebildete Pflanze in allen Theilen zottig behaart ist. Bei keiner untersuchten Viciide fand ich eine Anlage von Trichomgebilden, während z. B. bei *Soya hispida* Mönch die Primordialblätter dicht damit besetzt sind. In der Epidermis des hypokotylen Stengelgliedes finden sich fertige Spaltöffnungen mit halbmondförmigen Schliesszellen.

4. *Ervum Cracca* Trautv.

(*Vicia Cracca* L., *Cracca major* Frank.)

Dem *E. villosum* sehr nahestehend, lässt diese Art ihre Stellung auch im anatomischen Baue des Samens erkennen. Hartschichte und Säulenschichte, deren Zellen (Taf. II, Fig. 15) auch Chalon[1] untersuchte, sind wie die der letzten Art gebaut. Nur am Nabel finden sich kleine, mit bräunlichem Farbstoffe erfüllte Pigmentzellen den Stäbchenzellen aufgelagert. In der äusseren Form, d. h. durch das kurze, dicke Würzelchen und

[1] l. c. pag. 31.

durch das gestreckte, epikotyle Stengelglied erscheint auch die Keimaxe der vorigen ähnlich, nur besitzt dieselbe vier Primordialblätter. Im Aleuronflecke enthalten die Zellen wie jene der vorigen Art kleinere Aleuronkörner und in der inneren Epidermis finden sich kleine Stärkekörnchen.

5. *Ervum alpestre* Trautv.

(*Vicia azurea* G. Koch.)

Während die Keimaxe sich nur durch den Besitz zahlreicher Amylumkörner in der inneren Epidermis der Kotyledonen und durch ein, in seinen Zellen stärkeführendes Schwänzchen in der Verlängerung der Wurzelhaube[1] auszeichnet, findet man in der Testa nur Einiges der Mittheilung werthes. Die Pallisadenzellen besitzen ein deutliches, schön gelb tingirtes Spitzchen und ein flaschenförmiges, dicht mit braunem Farbstoffe erfülltes Lumen. Die breite, helle Lichtlinie bildet die Grenze zwischen der gelb und braun gefärbten Zellwand. Die Beschaffenheit der auch bei dieser Art vorkommenden Kieselkörper erörterte ich weiter oben. Die Lage dieser Körper ist knapp vor der Zertheilung des Lumens in die Porencanäle, und öfters fand ich verkieselte Fortsätze derselben, welche sich in die Poren hinein erstreckten. Den ziemlich langen Stäbchenzellen des Nabels sind gleich gefärbte, dünnwandige Zellchen aufgelagert. Ausserdem findet sich im Nabelparenchym eine mächtige Schichte von kubischen, dickwandigen Zellen.

6. *Ervum cassubicum* Peterm.

(*Vicia cassubica* L.)

Diese Art weist im Baue der Testa keine Unterschiede von jener des *E. alpestre* auf, und nur die äussere braune, öfters olivengrüne Farbe des Samens bildet zur schwarzen Farbe der Samenschale von *E. alpestre* einen Gegensatz. Die rechtwinkelig gekrümmte Keimaxe besitzt 5 Primordialblätter, deren oberste als Andeutung späterer Fiederung Lappen besitzen.

---

[1] Auch bei *Phaseolus multiflorus* findet sich ein derartiges Schwänzchen, welches zuerst Prof. Sachs beobachtete. L. c. pag. 11, Taf. 1, Fig. 1, L, p.

Durch grosse Intercellularräume werden im Parenchym der Kotyledonen einzelne, kleinere Zellpartien nicht selten vollständig isolirt. Auch bei dieser Art findet sich Stärke sowohl ziemlich zahlreich im Grundgewebe der Keimaxe als auch in der inneren Epidermis der Keimblätter.

7. *Ervum amoenum* Trautv.

(*Vicia amoena* Fisch.)

Bei dieser, in anatomischer Beziehung keine Besonderheiten aufweisenden Species, ist unter dem Sternparenchym des Nabels ein dünnwandiges Parenchym ausgebildet, welches bei anderen Ervosen seltener aufzufinden ist, und im Aleuronfleck bemerkt man in den Epidermiszellen einzelne, grosse Körner, während bei den drei vorher beschriebenen Ervumsamen nur kleine, wenn auch dicht an einander gedrängte Aleuronkörner das Zelllumen ausfüllen.

Kurze Charakteristik der Samen von Vicia und Ervum.

Die äussere Gestalt.

Betrachtet man zuerst die äussere Gestalt dieser Samen, so findet man meistens eine kugelige (*V. sepium, E. hirsutum, tetraspermum*) bis bohnenförmige kleine Samenvarietät von *V. Faba* oder die Seiten des Samens sind mehr oder weniger abgeplattet, so dass man alle Übergänge bis zur bekannten flachen Gestalt der grösseren Samenvarietät von *V. Faba* findet. Die Samen sind seltener einfärbig (*V. Faba, cordata, cornigera*), meistens findet sich ein grauer oder grünlicher Grundton mit schwarzen Flecken. Das Hilum zeigt immer eine andere Färbung.

Die Samenschale

besteht aus 2 Hauptschichten: aus der Hartschichte und der Quellschichte.

Die Hartschichte besteht aus einer Lage prismatischer, radiär gestellter, stark verdickter Zellen, aus den sogenannten Pallisadenzellen, welche in ihren äusseren Theilen aufrechte, sternförmige Porencanäle besitzen und von einer Cuticula bedeckt werden. Das meist flaschenförmige Lumen enthält gewöhnlich braunen Farbstoff, bei *V. Faba, persica* und *E. alpestre,*

Körper, welche mehr oder minder mit Kieselsäure imprägnirt sind und öfters verkieselte, zapfenähnliche Fortsätze besitzen. Auch die Zellmembran zeigt eine verschiedene Tingirung mit Farbstoffen. Bei *Ervum* ist die Gelbfärbung des ober der Lichtlinie befindlichen, in eine Spitze ausgezogenen Membrantheiles der Pallisadenzellen ein charakteristisches Merkmal des Samens. Bei diesen und anderen Samen ist der unter der Lichtlinie liegende Membrantheil mit braunem oder violettem, dem Anthocyan in seinen Reactionen entsprechendem Farbstoffe tingirt.

Die Lichtlinie verläuft als ein einfaches, nur bei *V. Bironea* als ein doppeltes, helles Band im porösen Theile der Pallisadenzellen, parallel mit der Cuticula. Die Zellwand besitzt in der Lichtlinienpartie ein geändertes, wahrscheinlich ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen gegenüber dem indifferenten Membrantheile. Mit der geänderten, physikalischen Eigenschaft ist gewiss auch eine chemische Veränderung derselben verbunden, welche nicht zu enträthseln ist. Eine Cuticularisirung der Lichtlinienpartie lässt sich nicht erweisen, auch eine Differenz im Wassergehalte ist nicht mit Sicherheit bestimmbar.

Die Quellschichte lässt 3 Gewebsformen erkennen, und zwar die Säulenschichte, die eigentliche Quellschichte und das die Raphe umschliessende Gewebe.

Die Säulenschichte, aus einer Lage von radiär gestellten, cylindrischen, an beiden Polen erweiterten Zellen bestehend, welche eine poröse oder leistenförmige Verdickung besitzen, fehlt nur im Hilum unter den Pallisadenzellen.

Die eigentliche Quellschichte enthält ovoidale, tangential abgeplattete Zellen, welche an ihren Berührungsstellen eine poröse Verdickung zeigen und im Inhalte gewöhnlich Luft oder verschiedenartigen Farbstoff führen. Dem innersten, gewöhnlich dichteren Theile dieser Testaschichte schliesst sich das dritte, aus spindelförmigen Zellen bestehende Gewebe an, welches bei *V. Faba* zur Raphe gehört, bei allen anderen Arten die innerste Schichte der Testa darstellt.

Im Hilum findet man 2 über einander stehende Reihen von Pallisadenzellen, deren äussere aus sehr stark verdickten Stäbchenzellen mit spaltenförmigen Lumen bestehen. Den gewöhnlich braun, bei den *Ervum*-Arten gelb gefärbten Stäbchen-

zellen sind bei einigen Arten lose Pigmentzellen aufgelagert. Bei *V. persica* und *E. hirsutum* finden sich Reste des Funiculus. Die Quellschichte ist im Hilum wulstförmig erweitert und in ein Sternparenchym umgewandelt, welches in seiner Mitte die netzförmigen Raphengefässe umschliesst.

Das Albumen

ist bei allen Arten vorhanden und stellt nur den Rest eines solchen dar, bestehend aus mehreren Lagen kleiner, zusammengedrückter Zellen, welche im Inhalte Plasmareste mit Öltröpfchen enthalten. Der innerste Theil desselben ist stark zusammengedrückt und gallertig.

Der Keim

zeigt in seinem Baue, den ich oben genauer behandelte, einige interessantere Merkmale. In der Epidermis der Keimaxe, welche sammt den Primordialblättern schon im ruhenden Samen Stärke besitzt, finden sich bei mehreren Arten Spaltöffnungen. Die Epidermis der Kotyledonen lässt einen Unterschied zwischen jener der Ober- und Unterseite erkennen. Erstere besitzt in den meisten Fällen kleine Stärkekörnchen und die letztere, minder ausgeprägt die innere, Intercellularräume zwischen den Zellen, welche fast bis zur Cuticula reichen und von der Fläche betrachtet, der Epidermis den Anschein geben, als würden die Zellen von luftführenden Intercellulargängen begrenzt sein. Stärke fand ich niemals in der Epidermis der Unterseite. Eine besondere Eigenschaft zeigt letztere im Aleuronflecke. Ich benenne damit einen scharf begrenzten, meistens halbmondförmigen dunklen Fleck im Stiele der Kotyledonen, in welchem die Epidermiszellen grosse, mit Chlorophyll tingirte, fast den ganzen Zellinhalt ausfüllende Aleuronkörner enthalten. Bei anderen Arten findet man statt einem Korne in jeder Zelle mehrere derartige Körner vereinigt. In Betreff des Gefässbündels der Kotyledonen sei noch erwähnt, dass dasselbe schon eine weitergehende Ausbildung besitzt, indem schon Spiralgefässe zu 2 oder 3 in Gruppen vereinigt auftreten, welche von spindeligen Zellen begleitet werden, und manchmal auch Stärkekörnchen enthalten.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Bau der Samenschale von *Vicia Faba.*

Fig. 1. Querschnitt durch die Samenschale an der Kante des Samens, senkrecht auf die Mediane (Verg. 150). *p* Pallisadenzellen, *c* Cuticula, *s* Säulenschichte, *q* äusserer, q_1 innerer Theil der eigentlichen Quellschichte, *r* die Raphe mit dem umgebenden Gewebe, *a* Albumen, *x* poröse Verdickung der Zellen im Quellparenchym, *k* Kieselkörper, *l* Lichtlinie, *i* die grossen, von den Säulenzellen eingeschlossenen Intercellularräume.

Fig. 2. Eine durch Kochen in Kali isolirte Pallisadenzelle (Verg. 240), *l* Lichtlinie.

Fig. 3. Die Nabelstäbchenzellen *(n)* mit den Pigmentzellen *(pz)* nach Behandlung mit Kali; *ps* Pallisadenzellen, *l* Lichtlinie (Verg. 240).

Fig. 4. Isolirte Pallisadenzelle aus der Chalaza. (Verg. 240).

„ 5. Säulchenzellen, *a* eine im Durchschnitte, *b*, *c* isolirte in verschiedenen Lagen, *d* eine im Zusammenhange von der Fläche gesehen, *l* Leisten, *m* Mittelstück.

Fig. 6. Querschnitt durch den Nabel, senkrecht auf die Mediane (Verg. 100), *n* Nabelstäbchenzellen mit den Pigmentzellen *(pz)*, *gf* Gefässbündel, *p* Pallisaden-, *s* Säulenschichte, *sp* Sternparenchym, *a* Albumen.

Fig. 7. Einige Zellen aus dem Sternparenchym des Nabels im Zusammenhange (Verg. 430).

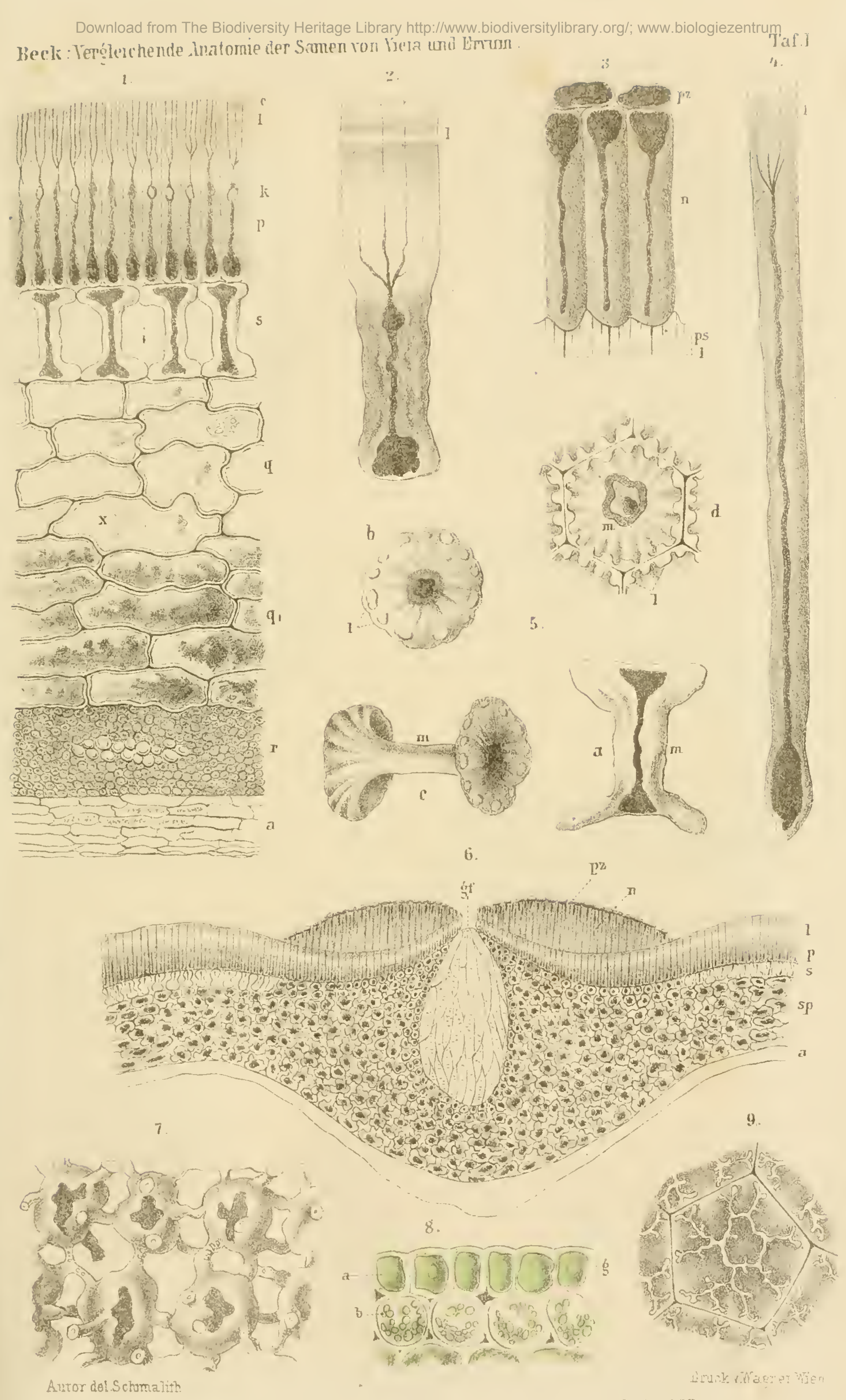
Fig. 8. Aleuronfleck im Durchschnitte (Verg. 300), *a* die grossen Körner der Epidermis, *b* die kleineren des Parenchyms, *g* Globoide.

Fig. 9. Eine Pallisadenzelle tangential durchschnitten im Zusammenhange (Verg. 600).

Tafel II.

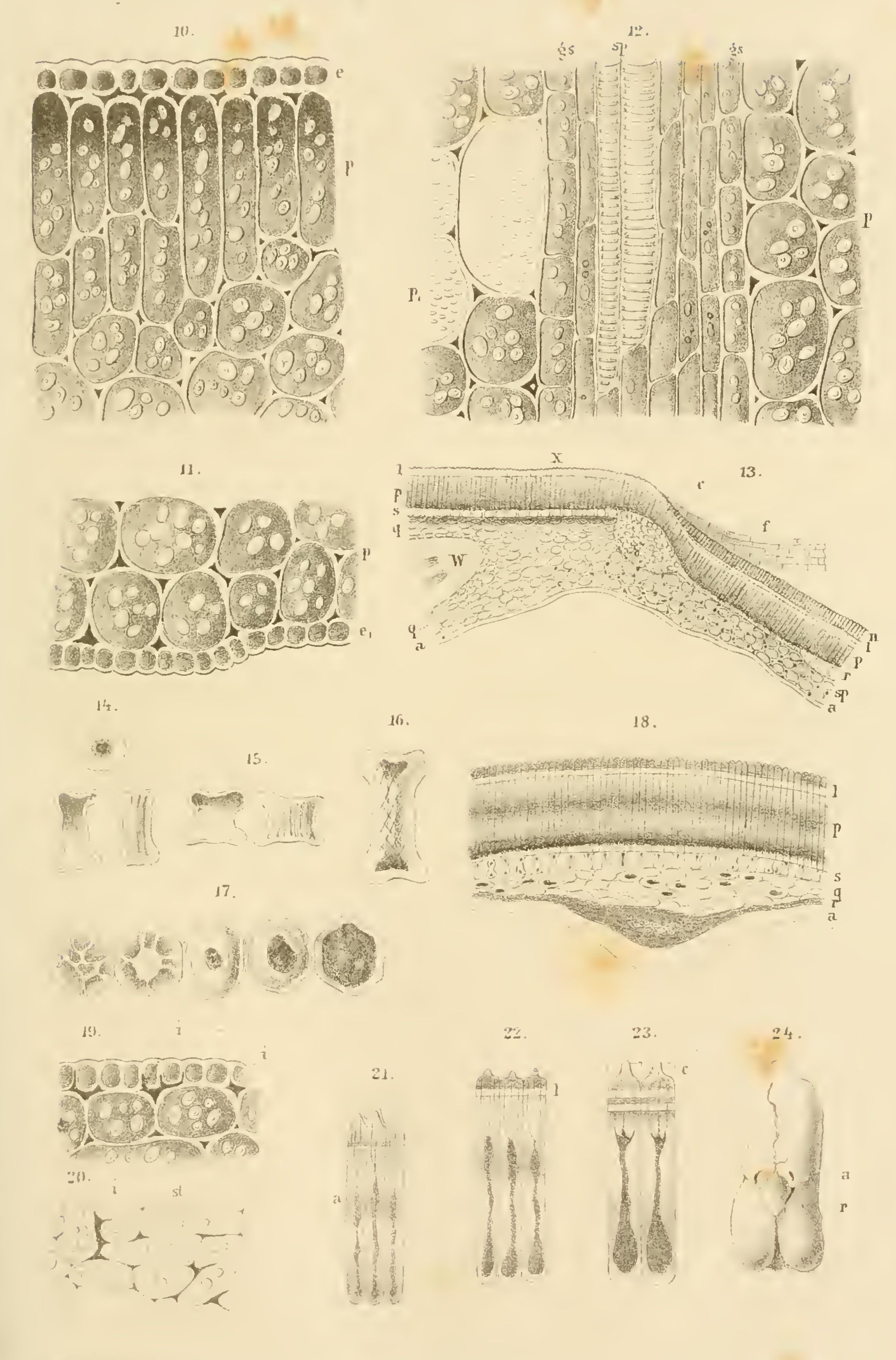
Fig. 10—12. *Vicia Faba.*

Fig. 10. Querschnitt durch die äussere Epidermis und das Parenchym der Kotyledonen (Verg. 150), *e* äussere Epidermis, *p* pallisadenähnliches Parenchym.



Autor del. Schmalfith

Druck v. Wagner Wien



Druck v. Wagner Wien.

Fig. 11. Querschnitt durch die innere Epidermis und das Parenchym der Kotyledonen (Verg. 150), e^1 innere Epidermis, *p* Parenchym.

Fig. 12. Längsschnitt durch das kotyledonare Gefässbündel (Verg. 180), *gs* Gefässbündelscheide, *sp* Spiralgefässe, *p* Parenchym der Kotyledonen, p^1 poröse Verdickung dieser Zellen.

Fig. 13. Längsschnitt durch den Nabel von *Ervum hirsutum* (Verg. 160), *f* Funiculusrest, *c* Schichte kubischer Zellchen, *w* Wurzelspitze, *p* Pallisaden-, *n* Nabelstäbchenzellen, *r* Raphe, *a* Albumen, *st* Sternparenchym, *x* Durchbruchsstelle des Würzelchen, *s* Säulenzellen, *q* Quellschichte.

Fig. 14. Isolirte Säulenzellen von *Ervum villosum.*

„ 15. „ „ „ *E. Cracca.*

„ 16. „ „ „ *Vicia persica* (Verg. 430).

„ 17. Fünf Tangentialschnitte in verschiedenen Höhen durch eine Pallisadenzelle von *Vicia persica* (Verg. 430).

Fig. 18. Querschnitt durch die Samenschale von *Ervum villosum* (Verg. 160), *p* Pallisaden-, *s* Säulenzellen, *q* Quellschichte, *r* das dritte Gewebe der Quellschichte mit den Ausläufern der Raphe, *a* Albumen, *l* Lichtlinie.

Fig. 19. Äussere Epidermis der Kotyledonen von *Ervum hirsutum* im Querschnitte mit den Intercellularräumen *(i)*.

Fig. 20. Innere Epidermis der Kotyledonen derselben Art von der Fläche gesehen, *st* Stärkekörner, *i* Intercellularräume.

Fig. 21. Isolirte Pallisadenzellen von *Vicia lutea.*

„ 22. „ „ „ *Ervum villosum.*

„ 23. „ „ „ *Vicia Bivonea* (Verg. bei Fig 21—23 430), *l* Lichtlinie, *c* Cuticula.

Fig. 24. Untere Ansicht des enthüllten Samens von *Vicia Faba*, *r* Radicula, *a* Aleuronfleck.
